

Linee guida di indirizzo per l'efficienza energetica nel patrimonio culturale

SAGGI E
PUNTI DI VISTA/
ESSAYS AND
POINTS OF VIEW

Alessandra Battisti,
Dipartimento PDTA, Università degli Studi di Roma La Sapienza, Italia

alessandra.battisti@uniroma1.it

Abstract. Il presente contributo vuole restituire l'esperienza da me condotta tra il 2013 e il 2015 quale membro del Tavolo di lavoro del MiBACT finalizzato alla elaborazione delle "Linee guida di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale. Architettura, centri e nuclei storici ed urbani" che mettono oggi a disposizione direttive e soluzioni per cercare di risolvere il problema di come conciliare esigenze di comfort e di efficienza energetica con la necessità di conservare strutture la cui destinazione d'uso originaria era ben altra e come, in altri termini, salvaguardare e valorizzare i caratteri storico-culturali propri degli insediamenti antichi e allo stesso tempo poterli trasformare per adattarli alle necessità di una società sempre più evoluta.

Parole chiave: Linee guida, Efficienza Energetica, Patrimonio Culturale, Riuso Compatibile, Adeguamento Prestazionale

Premessa

Le linee guida di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale dell'Architettura e dei Centri e nuclei storici e urbani elaborate dal tavolo di lavoro del MiBACT costituiscono per l'Italia un documento che vuole orientare gli interventi di efficientamento energetico per future applicazioni pratiche, stimolare il dialogo tra i portatori d'interesse e promuovere la ricerca scientifica in questo senso, senza indicare prescrizioni metodologiche a carattere vincolante, ma con il fine di fornire informazioni operative a progettisti e tecnici all'interno e all'esterno del ministero e offrire indicazioni per il miglioramento energetico del patrimonio tutelato nell'ottica del contenimento di quei consumi che ne rendono di fatto impossibile la gestione, e quindi la conservazione. Nella nota introduttiva si chiarisce che "il documento non fornisce soluzioni pronte all'uso, né prescrive tecnologie a carattere vincolante, in considerazione della peculiarità dei beni interessati, della naturale evoluzione nel tempo delle tecnologie adoperate e dei futuri aggiornamenti normativi, ma può solo guidare l'intelligenza e la sensibilità del personale e dei progetti-

sti per il raggiungimento istituzionale primario della protezione e conservazione del patrimonio culturale, ottimizzandone, laddove possibile, il livello di prestazione energetica" (AA.VV., 2015).

Il quadro nel quale a livello istituzionale e governativo è maturata la consapevolezza della necessità di un documento-guida come questo si sta vieppiù chiarendo nel tempo.

Gli sforzi compiuti negli ultimi decenni nell'ambito dell'architettura e dell'edilizia per raggiungere gli obiettivi comunitari del "pacchetto Clima Energia" saranno vani se non si interverrà in maniera massiccia sulla riqualificazione energetica del patrimonio culturale¹, che rappresenta il segno distintivo di numerose città europee, e in particolare italiane, rivestendo un ruolo importante nella *Strategia Europea di Sviluppo Sostenibile* per favorire l'identità dei territori e, più in generale, la riconoscibilità e il senso di appartenenza della società urbana nel suo complesso (Commissione Europea, 2006).

Negli ultimi anni le metodologie di analisi e trasformazione sul costruito si sono aggiornate; in più il dibattito attuale, in cui gli edifici storici vengono letti in un processo continuo di alterazione prodotta dalla sedimentazione diacronica delle stratificazioni architettoniche, riconosce l'efficienza energetica come ulteriore criterio di intervento, da bilanciare con le istanze di continuità e discontinuità, conservazione e fruizione.

Il quadro politico nazionale e internazionale

L'importanza di una buona gestione delle risorse in termini di energia e costruito, in particolare, nelle città è stata ribadita dalla Commissione Europea nel 2011 con la Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse (Commissione Europea, 2011), nella quale si propone il traguardo del miglioramento della costruzione e dell'uso de-

Guidelines for energy efficiency in the cultural heritage

Abstract. The purpose of this paper is to provide an account of my experience between 2013 and 2015 as a member of the Ministry of Cultural Heritage and Activities (MiBACT) working table formed to develop "Guidelines for improving energy efficiency in the cultural heritage of architecture and of urban and historical centres and cores." These guidelines currently make directives and solutions available in order to attempt to solve the problem of how to reconcile requirements of comfort and energy efficiency with the need to preserve structures whose original intended use was quite different; in other words, this is the problem of how to safeguard and capitalize on the historical and cultural characteristics typical of ancient settlements, while at the same time transforming them to be suited to the needs of an increasingly evolved society.

Keywords: Guidelines, Energy Efficiency, Cultural Heritage, Compatible Reuse, Performance Adjustment

Introduction

The Guidelines for improving energy efficiency in the cultural heritage of architecture and of urban and historical centres and cores developed by the MiBACT working table are, for Italy, a document that aims to guide energy efficiency intervention for future practical applications, to stimulate dialogue among stakeholders, and to promote scientific research in this direction. It proposes to do so without laying down binding methodological prescriptions, but with the aim of providing operative information to technicians and designers inside and outside the ministry, and of providing suggestions for the energy upgrade of the protected heritage, with a view to containing the consumption that

makes management, and thus conservation, impossible in practise. In the introductory note, it is stated that "the document provides no ready-made solutions, nor does it prescribe technologies in a binding fashion, given the particular features of the assets involved, the natural evolution of the adopted technologies, and the future regulatory updates; it can only guide the intelligence and sensitivity of the personnel and designers for the primary institutional achievement of the protection and conservation of cultural heritage, while optimizing its energy performance where possible" (various authors, 2015).

The framework within which awareness, on the institutional and governmental level, was gained of the need for a guiding document like this one, is becoming increasingly clear over time.

The efforts made in recent decades in the field of architecture and construc-

Realizzazione di camini di luce / suntube

CS.05

Principio di funzionamento

La misura (conceiling) prevede la realizzazione di un camino di luce (suntube) per trasportare l'illuminazione naturale nei locali interni o ipogei dell'edificio privi d'illuminazione diretta. Il sistema è composto da una testa di captazione, un condotto di captazione ed un'unità diffusore. La testa di captazione porta in copertura che raccoglie la radiazione solare diretta e diffusa convogliandola nel condotto luminoso. Può essere fissa o mobile, costituita da lenti e apparecchiature che, grazie a un motore elettrico, segue il moto apparente del sole. Il condotto di captazione (esistente o di nuova progettazione) di sezione ridotta, trasporta la luce naturale negli ambienti, sfruttando le caratteristiche di materiali riflettenti e specolari di cui è rivestito. Il fattore di rendimento luminoso (l'intensità luminosa trasferita) dipende dalla forma del condotto (rapporto tra area di sezione e lunghezza e regolarità del contatto) e dal coefficiente di riflessione del rivestimento interno. I materiali utilizzati sono pellicole riflettenti in alluminio o argento, materiali a riflessione interna totale (TIR) o gli Opti Light Pipe (OLP). L'unità diffusore re-inclorizza e diffonde la radiazione solare trasportata, regolando la luce in entrata nell'ambiente ed eliminando eventuali abbagliamenti.

Applicabilità

La misura è applicabile in presenza di locali interni o ipogei non raggiunti da illuminazione diretta, compatibilmente con i vincoli sulla copertura degli edifici di pregio e in presenza di coperture instabili o altamente degradate che vanno sostituite.

Vantaggi - Svantaggi - Rischi

I vantaggi del sistema sono legati alla riduzione di consumi di energia elettrica per l'illuminazione artificiale e al soddisfacimento del benessere visivo da illuminazione naturale per gli utenti. Inoltre rende possibile sfruttare gli ambienti interni o ipogei privi d'illuminazione diretta. Tuttavia il dimensionamento, la progettazione e la realizzazione del sistema sono abbastanza complessi sul patrimonio edificio esistente.

I sistemi attivi o mobili consentono di massimizzare la radiazione solare captata, ma necessitano di energia elettrica, al contrario dei sistemi passivi o fissi.

Sinergie e Interazioni

È conveniente verificare l'assenza di ostruzioni che creano ombreggiamento sulle coperture e fare una simulazione del comportamento del camino di luce per verificarne l'efficienza. Il funzionamento è ottimizzato dalla presenza di pareti interne rivestite con colori chiari e riflettenti (cfr. § 4.1.4).

unità tecnologica



limiti del nostro pianeta”, (Parlamento Europeo e Consiglio, 2013) che ripropone l'obiettivo precedente, richiedendo inoltre che, entro il 2020, le politiche dell'Unione debbano tenere conto dei loro impatti diretti e indiretti sull'uso del patrimonio costruito. Nel Programma si sanciscono i principi in materia di ambiente, facendo riferimento anche alle conclusioni della conferenza dell'ONU sullo sviluppo sostenibile tenutasi a Rio de Janeiro nel giugno del 2012, il cosiddetto Rio+20 (*The future we want*). Tra gli obiettivi prioritari da perseguire entro il 2020 sono indicati la protezione, la conservazione e il miglioramento delle risorse. Si tratta di una consapevolezza che inserisce le politiche europee in una dinamica più ampia a livello globale, anche in vista dell'aumento della popolazione planetaria e dei cambiamenti climatici, così da influenzare la gestione del territorio e rendere ancora più preziosa la risorsa “patrimonio storico” negli anni a venire (Boriani et al., 2011).

Progetti intrapresi e normative emanate

Già molti sono i progetti elaborati nel 5° e 6° e programma quadro su questi temi e numerosi i programmi specifici dedicati, ma nonostante questi sforzi nelle città Europee il patrimonio storico ha un rendimento energetico molto scarso, secondo quanto riportato dal PuBs European Project BRITA (BRITA, 2008). Oltre a ciò, la campagna *Renovate Europe* ha definito un piano per ridurre i consumi energetici degli immobili europei dell'80% entro il 2050 rispetto al 2005 (Brueel, Fong, & Lees, 2013). In questa direzione nel 2012 il CEN (the European Committee for Standardization) ha istituito un workgroup dedicato all'efficienza energetica negli edifici storici con l'obiettivo di sviluppare norme europee standardizzate per affrontare il problema irrisolto dell'efficientamento energetico

gli edifici nell'UE, consolidando le strategie intese a promuovere l'efficienza energetica e l'uso di energie rinnovabili negli edifici e integrarle con strategie per promuovere l'efficienza delle risorse, che prendono in considerazione una gamma più ampia di impatti ambientali durante il ciclo di vita degli edifici e delle infrastrutture, da raggiungere, in Europa, entro il 2050.

Obiettivo rafforzato in seguito con l'approvazione del Settimo Programma di Azione Ambientale, denominato “Vivere bene entro i

tion to achieve the objectives of the EU's “Climate-Energy package” will be in vain unless there is massive intervention in the energy upgrade of the cultural heritage¹, which is the distinctive feature of numerous European – and particularly Italian – cities, playing a major role in the *European Sustainable Development Strategy* to foster the territories' identity and, more generally, recognizability and sense of belonging for urban society as a whole (European Commission, 2006). In recent years, the methods for analyzing and transforming construction have been updated; moreover, the current debate, in which historic buildings are read in a continuous process of alteration produced by the sedimentation of architectural layering over time, recognizes energy efficiency as yet another intervention criterion, to be balanced with the demands of continuity and discontinuity, conservation and exploitation.

The national and international political framework

The importance of proper resource management in terms of energy and construction in cities was particularly stressed by the European Commission in 2011 with its Roadmap towards a Resource Efficient Europe (European Commission, 2011); the document sets the goal of improving the construction and use of buildings in the EU by consolidating the strategies aimed at promoting energy efficiency and the use of renewable energies, and integrating them with strategies that promote the efficiency of resources and take into consideration a broader range of environmental impacts during the life cycle of buildings and infrastructures – all to be achieved, in Europe, by 2050.

The objective was reinforced thereafter with the approval of the 7th Environment Action Programme, called “Living well,

within the limits of our planet” (European Parliament and Council, 2013), which re-establishes the previous objective while also requiring EU policies, by 2020, to take into account their direct and indirect impacts on the use of the built heritage. The Programme confirms the environment-related principles while also referring to the conclusions of the UN conference on sustainable development held in Rio de Janeiro in June 2012 – the so-called Rio+20 (*The future we want*). Indicated among the priority objectives to be pursued by 2020 are the protection, conservation, and improvement of resources.

This awareness introduces European Policies into a broader dynamic on a global scale, also in view of the increased world population and of climate changes – phenomena that will inevitably influence land management and will make the “historical heritage” even more pre-

cious in the years to come, in Europe; in terms of management, they will make the theme of the energy efficiency of this large number of buildings increasingly important (Boriani et al., 2011).

Projects developed and regulatory provisions

Many projects in the 5th and 6th framework programme, as well as many dedicated specific programmes, have already been developed on these themes, but despite these efforts the historic heritage has a very low energy performance in European cities, according to the findings of the PuBs European Project BRITA (BRITA, 2008). In addition to this, the *Renovate Europe* campaign has defined a plan to reduce energy consumption in European buildings by 80% by 2050, in comparison with 2005 (Brueel, Fong, & Lees, 2013). In this direction, in 2012 CEN (the European Committee

del patrimonio storico, dove insieme alla volontà di preservare gli edifici si contempla anche quella del loro utilizzo in maniera efficiente, ma sempre compatibile con il valore storico-culturale degli edifici stessi, avvicinandosi pro-attivamente al tema, avendo riconosciuto che le iniziative in questo senso devono venire «dall'interno della comunità» (CEN, 2012). Numerose inoltre sono le disposizioni normative emanate sia a livello nazionale che comunitario nel corso degli anni² e finalizzate al raggiungimento degli obiettivi prima delineati, ma fino a qualche anno fa è stato difficile riqualificare energeticamente gli edifici sottoposti a tutela, dal momento che gli edifici storici erano esclusi dall'applicazione dei requisiti minimi³. Più recentemente in Italia il Decreto Legislativo 63/2013 prescrive per la prima volta standard specifici da applicare all'edilizia storica, azione esclusa dalle leggi precedenti, e pur nella salvaguardia delle esigenze di tutela ci si avvia verso l'armonizzazione di quei requisiti prestazionali e di rendimento, considerandoli perlomeno come livelli ottimali a cui tendere, segnando una tappa fondamentale di un percorso che nell'arco di alcuni decenni ha tracciato un'evoluzione della progettazione tecnologica e che apre alla cultura, alla società e alle istituzioni nuovi scenari possibili, in cui progettazione tecnologica ambientale e processo di conservazione costituiscono due binomi dialettici di un rinnovato dialogo contro il degrado del patrimonio storico⁴.

Il patrimonio edilizio storico, numeri ed economia circolare

Studi recenti sul patrimonio edilizio esistente e di nuova costruzione (Eurostat, 2009; Fasano, 2011) hanno dimostrato che agire imponendo limiti di consumo solo alle nuove edificazioni

for Standardization) set up a workgroup dedicated to energy efficiency in historic buildings, with the aim of developing standardized European regulations to deal with the unresolved problem of the energy efficiency of the historic heritage. In this workgroup, alongside the will to preserve buildings, there is also the will to use them efficiently, but at all times in a manner compatible with the historical and cultural value of these buildings. This is done by approaching the theme proactively, having recognized that the initiatives in this sense must come "from within the community" (CEN, 2012). Moreover, numerous regulatory provisions aimed at achieving the objectives defined earlier have been issued over the years on both the national and EU level³, but until a few years ago it was always difficult to perform energy upgrades of buildings subject to protection, given that historic buildings were excluded

from the sphere of application of the minimum requirements³. More recently in Italy, Legislative Decree no. 63/2013 prescribes for the first time specific standards to be applied to historic buildings, which had been left uncovered by previous laws. Moreover, even while safeguarding the needs of protection, we are making strides towards harmonizing those performance requirements, considering them at the very least to be optimal levels to be striven for. This is a fundamental step in a path that over some decades has marked an evolution in technological design, and that opens – for culture, society, and institutions – new possible scenarios, in which environmental technological design and the conservation process are a dialectical duality in a renewed dialogue working against the decay of the historic heritage⁴.

Realizzazione di un camino di ventilazione

C.S. 02
C.S. 05

Principio di funzionamento

L'intervento consiste nell'attivazione di cavedi esistenti o vari di distribuzione, per innescare una ventilazione naturale dell'edificio del tipo "effetto camino". L'effetto camino sfrutta la differenza temperatura dell'aria tra interno ed esterno per entrare l'aria viziata dagli ambienti ed espellerla verso la volta celeste. Si può ricorrere all'effetto camino fornendo l'edificio di aperture sia in basso che alla sua sommità: l'aria calda salirà naturalmente e uscirà dalle aperture in alto mentre l'aria fredda entrerà attraverso le aperture alla base. La ventilazione con effetto camino, non è molto alta e di norma non si superano i 4-6 ricambi orari dell'aria in un ambiente.

Applicabilità

I camini di ventilazione possono essere attivati in edifici che per conformazione sono dotati di cavedi con sezioni sufficientemente ampie, vani scala, atri, corti chiuse o ulteriori sistemi di connessione verticale. Molti edifici storici hanno infatti dispositivi di ventilazione spesso in disuso, che possono essere riattivati in funzione dotandoli di controllo intelligente remoto.

Vantaggi - Svantaggi - Rischi

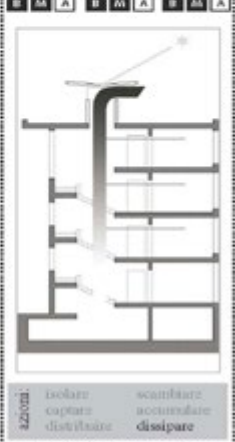
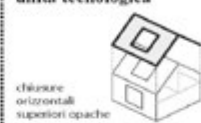
I sistemi di ventilazione naturale controllata permettono di regolare il confort termico-igrometrico e ventilativo degli ambienti interni di un edificio. Inoltre sono molto utili per evitare stratificazioni d'aria calda nella parte alta degli ambienti interni e questo è importante soprattutto nel caso di spazi con una grande connessione verticale.

Per la prevenzione antiscandali, i rischi derivano dal movimento d'aria accessoriale in vani tecnici che può generare l'accelerazione del processo di condensazione in fase di innesco di un incendio nel vano o in locali confinanti e il trasporto di fiamme in locali superiori comunicanti con il vano. Questo procedimento si può evitare installando chiusure ermette permeabili superiori con modalità d'apertura comandata elettronicamente, in collegamento con sensori di temperatura e rilevatori di fumo, per mantenere il vano sovrappressione (apertura chiusa) durante l'incendio, per poi aprirlo per facilitare l'uscita del fumo, e installando porte resistenti al fuoco e a tenuta d'aria in tutti i locali comunicanti con il vano.

Sinergie e Interazioni

Per una buona estrazione dell'aria è utile che vi siano differenze piuttosto rilevanti tra l'aria calda nella parte più alta dell'edificio e l'aria esterna. Per aumentare queste differenze, si possono integrare sistemi che permettano di aumentare la temperatura nella parte più alta del camino, ad esempio il camino solare. Il funzionamento di questo sistema è basato sulla realizzazione di una camera d'aria sul tetto costituita da un captatore, di colore scuro, coperto da un vetro l'aria che si trova nel camino solare, si riscalda, diminuisce la sua densità e richiama aria nuova dalle aperture inferiori.

unità tecnologica



non è sufficiente per raggiungere gli obiettivi di mitigazione degli effetti dannosi che gli edifici e gli spazi urbani hanno sull'ambiente richiesti dalle politiche sopra esposte. Dagli ultimi dati diffusi dal CRESME emerge come in Italia mentre si prevede che le costruzioni di nuovi edifici siano ancora in diminuzione (-3,4%), sarà il comparto del recupero a trainare la domanda con un +3,5% (CRESME, 2013). Ancora il CRESME nel 2011 aveva rilevato come vi siano in Italia circa due milioni e mezzo di edifici che necessitano di interventi significativi di consolidamento, restauro e/o efficientamento energetico (CRESME, 2011) – tutti importanti interventi classificabili almeno come manutenzione straordinaria – e gli ultimi dati Istat segnalano che quasi 7 mi-

Construction and historical heritage, numbers, and circular economy

Recent studies on new or existing construction heritage (Eurostat, 2009; Fasano, 2011) have shown that imposing consumption limits on new buildings alone is not enough to reach the objectives, required by the policies set out above, of mitigating the harmful effects that buildings and urban spaces have on the environment. Recent data published by CRESME show that, in Italy, while it is predicted that the construction of new buildings is continuing to decline (-3.4%), it will be the recovery sector to drive demand, with a +3.5% increase (CRESME, 2013). In 2011, CRESME found that Italy has two and a half million buildings requiring significant consolidation, restoration, and/or energy efficiency (CRESME, 2011) interventions – all are major interventions that may be classified at least as extraordinary

maintenance – and the latest ISTAT data show that almost 7,200,000 buildings, 61% of the country's total housing stock, are more than 40 years old⁵. In the major metropolitan cities, this percentage rises to 76%, a figure that over the next ten years will reach 85% (ISTAT, 2013). Therefore, the role of the energy upgrade of the existing historical heritage is significant in terms of circular economy: energy upgrade interventions for historic buildings must be considered not only the response to needs connected exclusively to energy performance, but also as a way to safeguard and capitalize on construction, and as a sound protection tool (English Heritage, 2008). These requirements, and the ensuing possible strategies and practises, require an approach to dealing with enhancing historical heritage that is capable of uniting the interests of economic development with those of conservation and

lioni e 200 mila edifici, il 61% del patrimonio complessivo delle costruzioni abitative del Paese hanno più di 40 anni⁵. Nelle grandi città metropolitane questa percentuale cresce fino a toccare il 76% che nei prossimi dieci anni arriverà all'85% (ISTAT, 2013). Significativo è quindi il ruolo della riqualificazione energetica del patrimonio storico esistente in termini di economia circolare, laddove gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici storici dovrebbero essere considerati non solo la risposta ad esigenze legate esclusivamente alla prestazione energetica, ma come una modalità di protezione e valorizzazione edilizia e valido strumento di tutela (English Heritage, 2008). Tali requisiti e le successive possibili strategie e pratiche richiedono un approccio nell'affrontare la valorizzazione del patrimonio storico in grado di sposare gli interessi dello sviluppo economico con quelli della conservazione e dell'identità locale e in questa direzione è certamente necessario un percorso che porti ad una maggiore flessibilità nell'evoluzione formale degli edifici storici, un importante cambiamento – già in atto – nella cultura della conservazione (Mazzarella, 2014).

03 |

M.01

Isolanti termoriflettenti

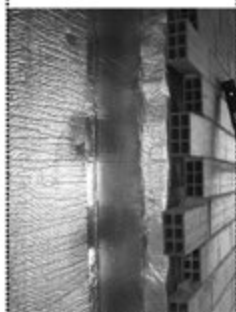
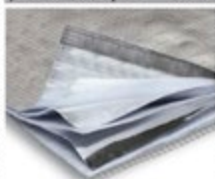
Gli isolanti termoriflettenti sono composti da una o più superfici riflettenti, confinate con intercapedini d'aria; le proprietà di coibentazione sono date dalla bassa emissività del materiale (generalmente alluminio o altri metalli), che tende a riflettere verso l'esterno la maggior parte della radiazione solare che lo colpisce. Tale azione di riflessione è resa possibile dalla presenza dell'intercapedine, che distanzia le superfici e annulla la trasmissione del calore. I fogli di pellicola isolante, supportati da fogli di pellicola accoppiata o espansi dello spessore di circa 2 cm, vengono stesi tra due ordini di listelli, uno interno e uno esterno, di altri 2 cm di spessore ciascuno, in modo da formare microcamere d'aria ed evitare il contatto con la muratura: il componente finale è quindi composto fogli con uno spessore complessivo di 6 cm e con un'elevata capacità isolante (trasmissione termica 0,4 - 0,2); in più, la struttura non rigida e continua crea un sistema massa-molla-massa che consente un significativo smorzamento acustico.

L'isolante termoriflettente viene prodotto in rotoli ed è dunque leggero e facile da trasportare e immagazzinare, oltre ad avere un costo contenuto. Grazie alla sua flessibilità, presenta inoltre un'elevata semplicità di messa in opera: può essere tagliato con cutter e forbici e posato con graffio e viti, che garantiscono la reversibilità dell'intervento. La duttilità con cui può essere piegato permette di utilizzare il materiale per rivestire anche morfologie complesse. In particolare, la possibilità di essere rivoltato con uno spessore ridotto lo rende molto adatto per gli interventi di isolamento a fodera interna degli edifici, sia per le chiusure verticali (in.6 che orizzontali in.8 rispetto agli isolanti tradizionali, infatti, l'isolante termoriflettente garantisce un maggior volume utile interno e limita la necessità di complesse opere di rifacimento preliminare alla posa (come il sollevamento dei pavimenti o lo spostamento degli impianti elettrici e idro-sanitari). Impiegato per i solai con riscaldamento a pavimento, l'uso dei termoriflettenti è piuttosto conveniente: il calore irradiato dalla serpentina non si disperde nell'ambiente sottostante, ma riflettendosi, rimane all'interno, riducendo le dispersioni.

La composizione e la posa in opera degli isolanti termoriflettenti garantiscono i seguenti risultati: in inverno creano una barriera al freddo e restituiscono il calore onnaso all'interno delle stanze; in estate, rimandano all'esterno l'irraggiamento per evitare il surriscaldamento.

I maggiori punti critici derivano dall'impervietà delle pellicole plastiche e metalliche di cui l'isolante è composto: nel caso di edifici di nuova costruzione o riqualificazione di edifici recenti, questa caratteristica rende superfluo l'uso di una barriera al vapore; al contrario, nella riqualificazione di edifici storici massivi, caratterizzati da un involucro ad alta permeabilità e traspirabilità, è necessario prestare attenzione al comportamento dell'isolante, che potrebbe modificare in positivo (allontanando verso l'esterno l'umidità di risalita) o in negativo (aumentando il rischio di condensa interstiziale) l'igrometria della parete.

λ - conducibilità termica	0,03
α - diffusività termica	
μ - resistenza al vapore	30'69



Le linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica

In questo clima è nata la formulazione delle linee guida per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio storico che è avvenuta attraverso l'integrazione di competenze e informazioni di tipo diverso, coinvolgendo ad un tavolo di lavoro soprintendenti e professori universitari delle discipline del Restauro, dell'Impiantistica e della Tecnologia dell'Architettura, così come rivolgendo l'attenzione a valutazioni non solo del "quanto" si consuma, ma anche del "come" e del "perché", al fine di favorire la migliore base informativa disponibile per le scelte di governo del patrimonio storico edilizio e delle città, assicurando un elevato livello di informazione disponibile per le valutazioni a supporto delle politiche pubbliche e consentendo di fondare la valutazione e progettazione del risparmio e del consumo di energia su tecnologie innovative e su una sempre migliore integrazione delle fonti rinnovabili.

04 |

M.07

Vetri a selettività angolare/energetica

I vetri a selettività angolare sono quei tipi di vetro la cui forma geometrica e composizione materica sfrutta le proprietà di riflessione dei metalli, servono ad indirizzare la radiazione solare incidente con gli obiettivi di controllo termico, luminoso o energetico. I sistemi proposti permettono il controllo della radiazione estiva entrante con conseguente riduzione carichi termici, mentre lasciano passare i raggi invernali con inclinazioni inferiori, permettendo di beneficiare dei guadagni solari dell'effetto serra in inverno. Sono adatti ad essere utilizzati sia in copertura che in facciata come efficace alternativa ai sistemi di schermatura esterni, poiché offrono uguali prestazioni senza incidere in maniera notevole sull'impatto visivo di facciata, garantendo una distribuzione relativamente uniforme della luce naturale, protezione dall'abbagliamento e scarsa necessità di manutenzione.

Occorre prestare attenzione alla progettazione in base alle condizioni microclimatiche esterne per evitare di innescare effetti contrari a quelli desiderati, o fenomeni di abbagliamento. Vanno tenuti in considerazione i costi elevati e la riduzione della vista verso l'esterno.

Vetri Okasolar

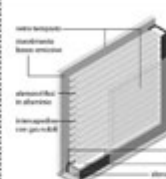
Sono costituiti da un elemento in vetro termico basso emissivo con intercapedine riempita di gas nobili, ospitante in modo integrato una serie di lamine fisse schermanti ad alta capacità di riflessione. Con inclinazioni comprese tra i 34° e i 66°, questi elementi permettono l'ingresso di una quantità variabile di radiazione solare diretta in relazione all'altezza solare. Il sistema è particolarmente indicato quando è richiesta un'alta qualità dell'illuminazione naturale ed un effettivo controllo della radiazione solare mantenendo elevata la qualità di visione verso l'esterno.

Vetri con micro-reticolo integrato

Sono generalmente costituiti da una griglia micro-reticolare in materiale plastico rivestita da un sottile strato di alluminio ad altissima riflessione. I cosiddetti sistemi *micro sun shading* lavorano vengono solitamente inseriti tra una doppia vetrata sigillata (maggiore rigidità meccanica e protezione) o sul lato interno delle superfici vetrate. Possono essere integrati a vetrate fisse o mobili, orizzontali o verticali.

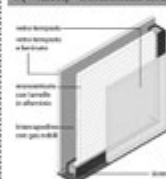
Vetri Okatech

Il sistema di controllo di questi vetri utilizza una maglia metallica a trame diverse sfruttando le capacità di riflessione dei metalli. Quando il sole ha altezza elevata la maglia schermo completamente il passaggio di luce, mantenendo solo la trasmissione diffusa dovuta alla riflessione. Con altezze solari più basse si ha una maggiore trasmissione termica e un aumento della luminosità della parete. A seconda dei fattori che influenzano la riprogettazione dell'involucro, si possono ottenere colorazioni, trame e dimensioni diverse per ottimizzare il controllo della radiazione solare.



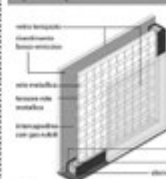
SCHEMA - vetri Okasolar

PS% - Emissore solare	12-31
TL% - trasmissione luminosa	2-48
TLDP% - trasmissione diffusa	68
U(W/m ² K) - trasmittanza termica	1,26



SCHEMA - vetri con micro-reticolo

PS% - Emissore solare	26
TL% - trasmissione luminosa	42
TLDP% - trasmissione diffusa	78
U(W/m ² K) - trasmittanza termica	1,66



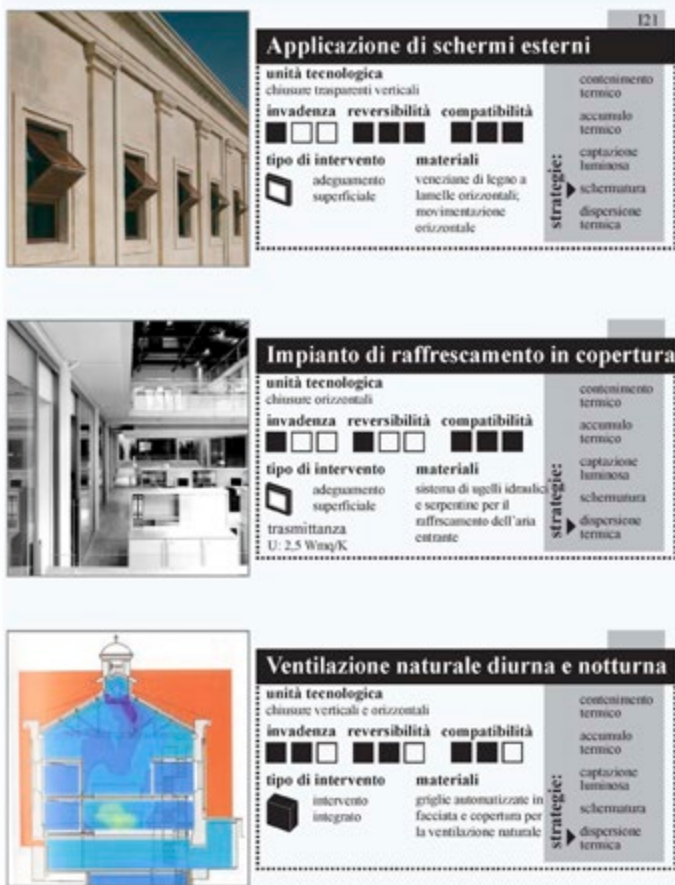
SCHEMA - vetri Aerogel

PS% - Emissore solare	12-22
TL% - trasmissione luminosa	7-30
TLDP% - trasmissione diffusa	68
U(W/m ² K) - trasmittanza termica	1

03 - 04 | Esempio di scheda di materiale
Example of Material



Interventi sull'edificio



Le Linee d'indirizzo affrontano anche le delicate ricadute di un uso efficiente dell'energia per la conservazione e la protezione dei centri e dei nuclei storici e dell'architettura rurale ai fini paesaggistici e sulla qualità dell'intervento contemporaneo per la riquali-

ficazione degli edifici e dei nuclei urbani, ritenendo tali tematiche strettamente interconnesse, se non indissolubili, rispetto a quelle dei beni architettonici sottoposti a tutela da cui emergono in maniera sostanziale alcuni temi urgenti, di carattere progettuale ed

local identity; in this direction, a path is certainly needed that might lead to a greater flexibility in the formal evolution of historic buildings, an important change – already underway – in the culture of conservation (Mazzarella, 2014).

Guidelines for improving energy efficiency

In this climate, the formulation of guidelines for improving the energy efficiency of this historical heritage was born, taking place through the integration of skills and information of various kinds. Superintendents and university professors in the disciplines of Restoration, Plant, and the Technology of Architecture were thus brought to a working table, with attention focusing on assessments not only of how much is consumed, but also of the how and the why. This promoted the best information base for the choices for governing

the historical heritage of buildings and cities, thereby ensuring a high level of information available for assessments in support of public policies, while making it possible to base the assessment and design of energy savings and consumption upon innovative technologies and upon an increasingly improved integration of renewable sources.

The guidelines also deal with the delicate impacts of efficient energy use on the conservation and protection of historic centres and cores and of rural architecture for scenic purposes, as well as on the quality of contemporary interventions for the redevelopment of buildings and of urban cores, holding these issues to be closely interconnected with, if not indissoluble from, those of the architectural assets subject to protection. Certain themes emerge substantially from these issues, of a design and operative nature, relating to the re-

covery and energy efficiency of the historical heritage. These themes include:

- optimizing the use of energy resources in terms of energy savings and efficiency;
- adopting environmentally sustainable construction technologies and plant systems that might possibly use renewable energies in their life cycle;
- identifying approaches that assess the potential impact that the technologies to be adopted might have on constructions;
- estimating the impact of technological integration on the surrounding environment;
- verifying the buildings' influence on their occupants' health, comfort, and safety, on interior pollution, on the conditions of psychological and physical well-being, and on the conditions of heat and humidity.

The document also underscores the

05 - 06 | Caso studio: la borsa di Malta

Case of study: Malta stock market

operativo che attengono al recupero e all'efficienza energetica del patrimonio storico quali:

- l'ottimizzazione dell'uso delle risorse energetiche in termini di risparmio ed efficienza energetica;
- l'adozione di tecnologie edilizie, sistemi impiantistici ambientalmente sostenibili che possibilmente impieghino energie rinnovabili nel loro ciclo di vita;
- l'individuazione di approcci che valutino il potenziale impatto nelle costruzioni delle tecnologie da adottare;
- la stima dell'impatto dell'integrazione tecnologica sull'ambiente circostante;
- la verifica dell'influenza degli edifici sulla salute, sul comfort e sulla sicurezza degli occupanti, sull'inquinamento interno, sulle condizioni di benessere psico-fisico e termo-igrometrico.

Il documento sottolinea inoltre l'importanza negli edifici storici di una corretta diagnosi energetica, uno dei processi fondamentali della riqualificazione energetica degli edifici, che negli edifici

storici non si configura come un'operazione semplice; spesso infatti mancano adeguate piante e sezioni o elementi di conoscenza degli impianti originari.

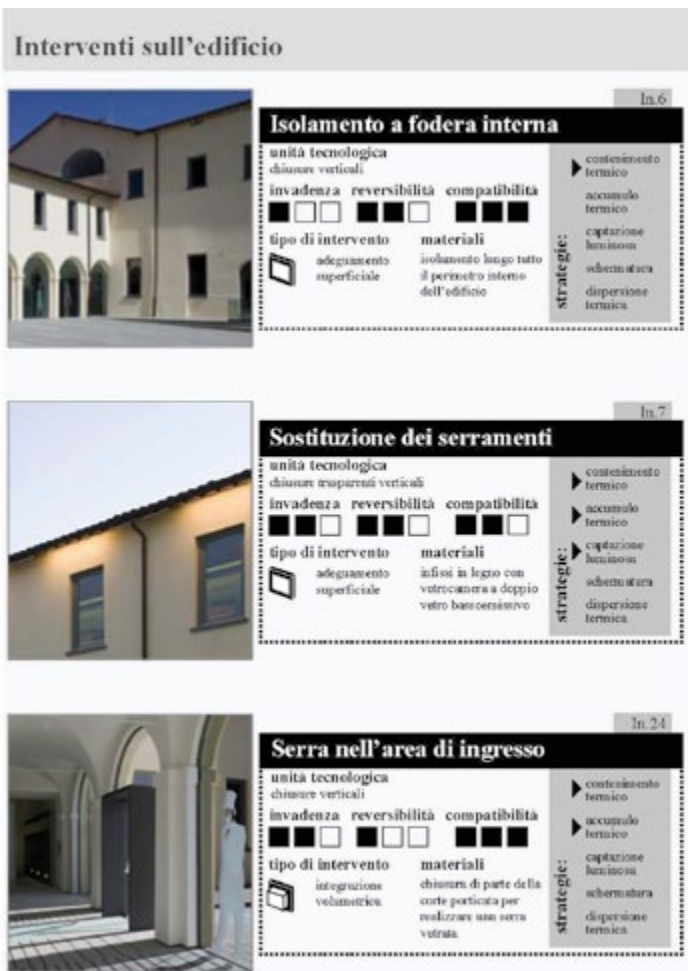
In particolare, le linee guida si soffermano su:

- l'analisi dei caratteri tecnico-costruttivi dell'edilizia storica;
- la valutazione della qualità ambientale negli edifici storici (comfort termico, comfort visivo, comfort acustico, qualità dell'aria, come migliorare la qualità ambientale, requisiti ambientali del patrimonio museale mobile);
- l'analisi del sistema impiantistico esistente (tipologie di impianto, rilievo dell'impianto, impiantistica storica);
- la valutazione dell'efficienza energetica per il patrimonio culturale (diagnosi energetiche degli edifici storici, procedure per migliorare la loro efficienza energetica, esempi applicativi);
- il miglioramento dell'efficienza energetica per il patrimonio culturale (interventi sugli edifici e criteri di restauro, interventi sugli impianti e criteri di restauro, criticità, ecc.);

07 |



08 |



- i limiti e le opportunità dell'uso delle fonti rinnovabili;
- le schede illustrative di interventi realizzati.

Per la parte delle linee guida da me curata⁶ i dati analitici sono stati messi a sistema in maniera funzionale alla formulazione di scenari di possibili trasformazioni e ottimizzazione energetica sostenibile individuando procedure e strumenti più adatti alla coazione tra differenti attori e alla generazione di valore aggiunto. In particolare per gli aspetti legati alla ottimizzazione energetica ed ambientale di tipo passivo, l'attenzione si è focalizzata sugli aspetti tecnici presi come caso studio, la qualità dell'intervento, le tecnologie di efficientazione energetica implementate e le operazioni di adeguamento normativo dettate dall'immissione delle nuove funzioni/tecnologie.

Nonostante il passo in avanti compiuto attraverso la redazione di questo documento, la valutazione del comportamento energetico degli edifici storici è un tema non ancora pienamente risolto, innanzitutto perché mancano gli audit dei beni tutelati, e poi perché gli strumenti a disposizione del progettista sono pensati principalmente per le esigenze delle nuove costruzioni e gli edifici antichi mal tollerano la presenza di impianti di ogni genere e invece sono armonizzati con i principi di sfruttamento consapevole delle risorse locali e di adattamento alle condizioni climatiche esterne grazie alla traspirabilità, alla resistenza e all'inerzia termica dell'involucro (Calzolari, Davoli 2016).

Conclusioni

Se da un lato al momento attuale siamo di fronte a una sempre maggiore sensibilità, anche normativa, che prevede il riuso degli edifici tutelati per ragioni conservative, economiche e ambientali,

importance in historical buildings of a correct energy diagnosis – one of the fundamental processes of the energy upgrade of buildings, and no simple operation in historic buildings; in fact, appropriate plans and sections, or elements of knowledge concerning the original systems, are often lacking. In particular, the guidelines are concerned with:

- analysis of the technical and construction characteristics of the historic building;
- assessment of environmental quality in historic buildings (thermal comfort, visual comfort, acoustic comfort, air quality, how to improve environmental quality, environmental requirements of mobile museum holdings);
- analysis of the existing plant system (types of plant, survey of plant, historical plant);
- assessment of energy efficiency for

cultural heritage (energy diagnoses of historic buildings, procedures to improve their energy efficiency, applicative examples);

- improvement of energy efficiency for cultural heritage (interventions on buildings and restoration criteria, interventions on plant and restoration, critical areas, etc.);
- limits on and appropriateness of using renewable resources;
- illustrative data sheets on the intervention carried out.

For the portion of the guidelines for which I was responsible⁶, the analytical data were systematized in a manner functional to formulating scenarios of possible transformations and sustainable energy optimization, by identifying procedures and instruments most suited to concerted action between different players and to the generation of added value.

dall'altro si fa rientrare nel progetto di restauro il miglioramento dell'efficienza energetica ancora come fosse una sorta di costrizione. In questo senso spesso la conoscenza dell'oggetto di studio sottende la riscoperta della sua originaria modalità di funzionamento energetico passivo, consentendo al progettista di adeguare le operazioni trasformative al suo metabolismo e alle prerogative dei sistemi costruttivi e dei materiali tradizionali, valorizzandone le prestazioni residue. La sfida è quella di trovare un punto di incontro che sia in equilibrio tra conservazione e rinnovamento e che presuppone, da una parte, la comprensione e valorizzazione delle condizioni proprie degli edifici storici, della loro complessa stratificazione, e del loro funzionamento globale rispetto al contesto; dall'altra, riuso, conservazione e valorizzazione del patrimonio storico devono progressivamente essere integrati con l'esigenza di una sempre più efficiente gestione energetica che favorisca il ricorso a soluzioni specifiche e flessibili, calibrate sulla situazione corrente, applicate all'intero manufatto o a singoli elementi tecnologici.

Proprio a partire da questi problemi possono nascere nuove opportunità: sia per lo stimolo verso la conservazione dei Beni, sia per la possibilità di innovare nell'ambito delle soluzioni tecniche e dei materiali, e in questa direzione si aprono prospettive legate alla progettualità e alla innovazione, che individuano specificità identitarie che portano il progetto tecnologico ambientale al centro dell'interesse del recupero del manufatto tutelato sul piano della ricerca e delle realizzazioni, prospettive che ci vedono impegnati come progettisti in Italia, il potenzialmente più importante "laboratorio" sull'efficienza energetica applicata agli edifici storici e ai beni culturali al mondo, alle prese con le implicazioni progettuali delle tecnologie e delle tecniche in uso e da sperimentare.

Particularly for the aspects more typically linked to passive-type environmental and energy optimization, attention focused on the technical aspects taken as a case study, the quality of the intervention done, the energy efficiency technologies implemented, and the regulatory adjustment operations dictated by the introduction of new functions/technologies.

Despite the step forward taken through the writing of this document, the assessment of the energy behaviour of historic buildings is a theme yet to be fully resolved. This is above all because there is no true census of the protected assets, and also because the instruments available to the designer are conceived mainly as functional to the needs of new constructions; old buildings have little tolerance for the presence of plant of every kind and type, and are instead harmonized with the principles of a re-

sponsible use of local natural resources and of adaptation to external weather conditions thanks to the properties of transpiration, to resistance, and to the thermal inertia of the envelope (Calzolari, Davoli 2016).

Conclusions

While on the one hand we are dealing at present with an ever-increasing sensitivity, including regulatory sensitivity, calling for the reuse of protected buildings for reasons of conservation, economy, and the environment, on the other hand improved energy efficiency is incorporated into the restoration project as if it were a sort of constraint. In this sense, knowledge of the object of study often underlies the rediscovery of its original mode of passive energy function; this allows the designer to adjust the transformation operations to its metabolism and to the prerogatives of the construc-

NOTE

¹ Secondo il *Decreto Legislativo* 42/2004 il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, sono beni culturali le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà; l'art. 1 demanda alla Repubblica il compito di "tutelare e valorizzare" il patrimonio culturale (costituito da beni culturali e beni paesaggistici); l'art. 10 dello stesso codice stabilisce che sono "beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali... (omissis)". Questo comporta che le Soprintendenze sono sempre coinvolte nella tutela diretta di tali beni; l'art.29, comma 5, afferma: "il Ministero definisce, anche con il concorso delle regioni e con la collaborazione delle Università e degli Istituti di Ricerca competenti, linee di indirizzo, norme tecniche, criteri e modelli di intervento in materia di conservazione dei beni culturali".

² Numerosi programmi europei si sono focalizzati sull'integrazione negli edifici storici delle raccomandazioni delle Efficiency Performance Building Directives: EPBD e EPBD2, CEN, poi del CEN TC 346 e del EnerPHit Certified Retrofit (PHI).

³ È d'obbligo citare la norma UNI TS 11300 che costituisce il riferimento per l'applicazione a livello nazionale della direttiva 2002/91/CE e che fornisce le indicazioni tecniche per la valutazione del fabbisogno di energia termica e primaria degli edifici e dell'utilizzo di energie rinnovabili.

⁴ Prima del documento delle Linee per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio storico del MiBACT sono state intraprese diverse iniziative nazionali per identificare strategie di recupero per il patrimonio storico; tra di esse le Linee Guida sulla riqualificazione degli edifici storici della Regione Veneto, all'interno del progetto A.T.T.E.S.S. 2010 e lo Studio, sviluppo e definizione di linee guida per interventi di miglioramento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio e per la gestione efficiente del sistema edificio-impianto dell'ENEA e MISE 2013.

⁵ In uno studio del CNA-CRESME del 2013 si evidenzia come la spesa degli interventi di rinnovo sia 61,6% dell'intero fatturato dell'edilizia.

⁶ Cap. 4 - Miglioramento dell'efficienza energetica per il Patrimonio Culturale.

tion systems and of traditional materials, thereby capitalizing on the residual performance features. The challenge is to supplement restoration and conservation with innovative technologies, finding a meeting place that stands in equilibrium between conservation and renewal. This equilibrium must assume understanding and capitalizing on the conditions typical of historic buildings, of the complex historical and architectural stratification to which they often bear witness, which must be safeguarded, and of their overall function with respect to their setting; on the other hand, reusing, conserving, and capitalizing on the historical heritage must be progressively supplemented with the need for an ever-increasing energy efficiency that fosters reliance on specific, flexible solutions, calibrated to the current situation, and applied to the whole building or to individual technological elements.

These are the very problems that can yield new opportunities, both to spur conservation of the assets and for the possibility of innovating within the context of the technical solutions and the materials. Very interesting perspectives connected with design and innovation are opening in this direction, and are establishing identity-related features specific to our sector while making environmental technological design the focus of the interest in recovering the protected building, from the standpoint of research and of constructions. These perspectives have involved us as designers in Italy, potentially the world's most important laboratory for energy efficiency applied to historic buildings and cultural assets, as we grapple with the design implications of the technologies and techniques in use and to be experimented with.

REFERENCES

MiBACT (2015), "Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale Architettura, centri e nuclei storici ed urbani", available at: www.beap.beniculturali.it/1445954374955_Linee_indirizzo_miglioramento_efficienza, (accessed 1st September 2016).

Commissione europea (2006), *Strategia Europea per lo sviluppo sostenibile*, Bruxelles.

Parlamento europeo e del Consiglio (2013), *Decisione n. 1386/2013/CE del 20 novembre 2013, su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta»*, Bruxelles.

Commissione Europea (2011), *Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse*, COM (2011) 571, Bruxelles.

Boriani, M., Giambruno, M., Garzulino, A. (2011), *Studio, sviluppo e definizione di schede tecniche di intervento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio*, Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico-ENEA.

BRITA in PuBs. (2008). *Handbook of design guidelines, tools and strategies for low energy refurbishment of public buildings*.

Bruel, R., Fong, P., Lees, E. (2013), *A guide to developing strategies for building energy renovation*. Buildings Performance Institute Europe.

CEN the European Committee for Standardization (2012), *CEN TC/346 on conservation of cultural property*.

Consiglio Europeo (2002), *Direttiva 2002/91/CE Rendimento energetico nell'edilizia*.

Consiglio Europeo (2010), *Direttiva 2010/31/CE Prestazione energetica in edilizia (rifusione)*.

Consiglio Europeo (2012), *Direttiva 2012/27/CE Efficienza energetica*.

CRESME (2013), *XXI Rapporto congiunturale e previsionale CRESME il mercato delle costruzioni 2013-2017*.

Eurostat (2009), *Energy, transport and environment indicators*, European Commission, Luxembourg.

NOTES

¹ According to *Legislative Decree* no. 42/2004, the Code of Cultural Heritage and Landscape, cultural assets are movable and immovable things that have historic, archaeological, ethno-anthropological, archival, and bibliographic interest, and the other things identified by law, or on the basis of the law, as items expressing the value of civilization; art. 1 tasks the Republic with "protecting and capitalizing on" the cultural heritage (consisting of cultural and scenic assets); art. 10 of the same code states that "cultural assets are the movable and immovable things belonging to the State, to the regions, to other local public bodies... (omissis)". This means that the Superintendencies are always involved in the protection of these assets; art.29, paragraph 5, states: "the Ministry defines, also in concert with the regions and with the collaboration of the competent uni-

versities and research institutions, the guidelines, technical regulations, criteria, and intervention models in the matter of the conservation of cultural assets."

² Numerous European programmes have focused on integrating into historic buildings the recommendations of the Efficiency Performance Building Directives: EPBD and EPBD2, CEN, and later CEN TC 346 and EnerPHit Certified Retrofit (PHI).

³ Mention must be made of the regulation UNI TS 11300, issued by Ente Nazionale Italiana d'Unificazione (Italian standardization organization), which constitutes the reference for applying directive 2002/91/EC on the national level and provides technical recommendations for assessing the thermal energy requirement, the primary energy of buildings, and the use of renewable energies.

⁴ Before the MiBACT (Ministry of Cul-

Fasano, G. (Ed.) (2011), *L'efficienza energetica nel settore civile*, Laboratorio Tecnografico ENEA, Frascati.

CRESME (2011), *Il mercato delle costruzioni 2011-2015. Rapporto congiunturale e previsionale*.

ISTAT (2013), *Rapporto annuale 2013 La situazione del Paese*.

English Heritage (2008), *Energy Heritage. A guide to improving energy efficiency in traditional and historic homes*, English Heritage, London.

Mazzarella, L. (2014), "Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view". Paper presented at the *Edifici di valore storico: progettare la riqualificazione*, Roma: AiCARR.

Calzolari, M., Davoli, P. (2016), "Patrimoni edilizi pubblici e screening energetici", in *L'Ufficio Tecnico*, No. 6, pp. 16-29.

Presidenza della Repubblica (2004), *Decreto Legislativo 42/2004. Codice dei beni culturali e del paesaggio*.

Presidenza della Repubblica (2005), *Decreto Legislativo 192/2005. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, Pub. L. No. 192 2005.

Presidenza della Repubblica (2008), *Decreto Legislativo 115/2008. Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CE*, Pub. L. No. 115 2008.

Presidenza della Repubblica (2013), *Decreto Legislativo 63/2013. Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale*, Pub. L. No. 311.

tural Heritage and Activities) guidelines for the improvement of the energy efficiency of the cultural heritage, various national initiatives specially for the historical heritage were undertaken to identify recovery strategies; these included the Guidelines on the upgrading of historic buildings in the Veneto Region, within the A.T.T.E.S.S. 2010 project, and the study, development, and definition of guidelines for improvement interventions for energy efficiency in valuable buildings, and for the efficient management of the building/plant system by ENEA and MISE 2013.

⁵ A 2013 CNA-CRESME study shows how spending for renovation interventions has reached 61.6% of all construction-related revenues.

⁶ Chapter 4 – Improving energy efficiency for Cultural Heritage.